

# Hochwasserschutz im Wallis, Massnahmen an der Saltina

Autor(en): **Burkard, André / Jäggi, Martin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **95 (2003)**

Heft 9-10

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939487>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Hochwasserschutz im Wallis, Massnahmen an der Saltina

■ André Burkard, Martin Jäggi

## 1. Einleitung

Der Wildbach Saltina (vom lateinischen «sal-tare», d.h. springen, hüpfen) hat als «springendes» Wasser Brig und Glis immer wieder in Atem gehalten. In der Zeit von 1500 bis 1875 überquerte eine 50 m lange und aus drei Steinbögen gebaute Brücke die Saltina. Nach und nach landete die Bachsohle immer mehr auf, weswegen der Unterlauf der Saltina zwischen 1875 und 1877 auf einer Breite von 10 bis 12 m kanalisiert wurde. Aus einem 1831 in Brig erschienenen Kalender [1] entnehmen wir:

«...Nur durch den mittleren Bogen dieser steinernen Brücke findet der wilde Strom seinen Ausweg, denn auch der dritte Bogen steckt, wie der erste, tief im Boden. Diejenigen, welche diese Brücke haben erbauen lassen, wussten wahrscheinlich aus Erfahrung, dass sich die tobende Saltine nicht zu allen Zeiten mit einem so schmalen Raume begnügt. Nehmen wir das Jahr 1828 als Beispiel an. Zwar fasste das mittlere Gewölbe dazumal noch immer alles Wasser, allein es hätte sich nur unter den häufig herbeiströmenden Hölzern ein einziger Stamm, mit oder ohne Wurzeln, überwerch zu werfen brauchen, so wäre diese Öffnung auf einmal geschlossen gewesen, und die Folgen für den unteren Teil der Stadt, oder wenigstens aller nahe gelegenen Güter, höchst gefährlich geworden. Schon um einer solchen Gefahr willen, die sich in jedem Jahr erneuern kann, ist der wirklichen Brücke eine sogenannte Fall- oder Zugbrücke weit vorzuziehen; denn sollte auch ein noch so schnelles und unerwartetes Anschwellen der Saltine statthaben, wäre die Fallbrücke innerhalb fünf Minuten aufgezogen, wovon die eine Hälfte einer solchen aus zwei Teilen bestehenden Zugbrücke als Schutzwehr für die Stadt vortrefflich dienen würde...»

Es brauchte die verheerende Überschwemmung am 24. September 1993, damit die 1831 geschilderte Zugbrücke 1997 gebaut wurde.

Die erste Hauptprobe fand beim sehr grossen Hochwasser vom 14./15. Oktober 2000 statt – nur drei Jahre nach dem Bau der Hubbrücke. Deshalb und dank weiterer Schutzmassnahmen, die anschliessend an das Hochwasser von 1993 realisiert worden waren und während des Hochwassers 2000 umgesetzt wurden, konnte Brig-Glis vor einer Überflutung bewahrt werden.

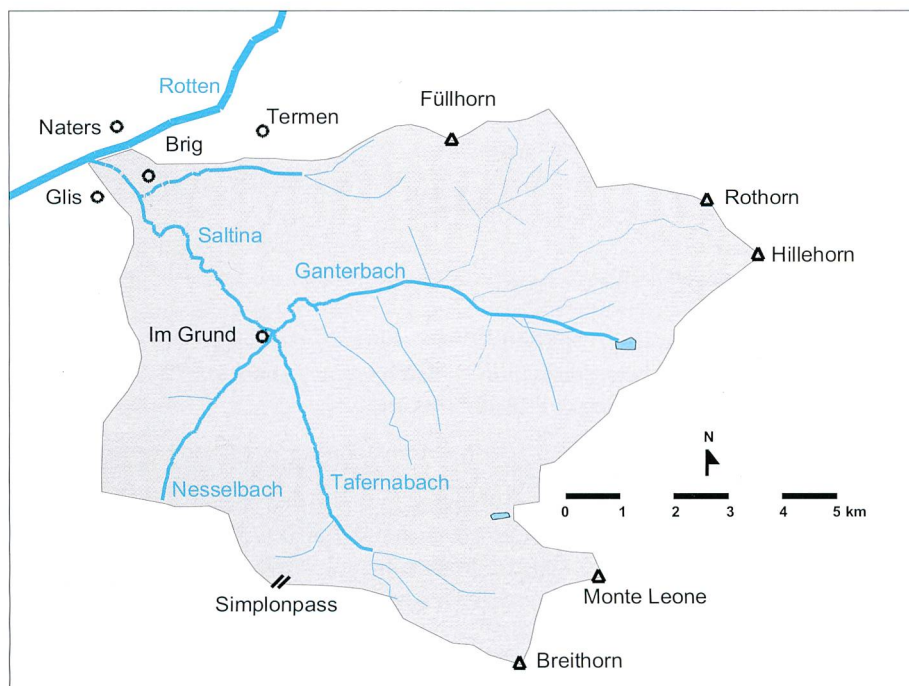


Bild 1. Das 78 km<sup>2</sup> grosse Einzugsgebiet der Saltina.

## 2. Einzugsgebiet

Das 78 km<sup>2</sup> grosse Einzugsgebiet der Saltina liegt am Alpenhauptkamm nördlich des Simplonpasses. Der Monte Leone mit 3553 m ü.M. stellt den höchsten Punkt dar (Bild 1). Massgebend für hohe Abflüsse sind die Teileinzugsgebiete Ganter (36 km<sup>2</sup>), Taferna (17 km<sup>2</sup>) und Nessel (9 km<sup>2</sup>). Diese drei Gerinne vereinigen sich im mit 6% geneigten Gerinneabschnitt Im Grund auf einer Höhe von 1050 m ü.M. (Bilder 2 und 3). Erst diese drei Vorfluter bilden die Saltina, die anschliessend durch die sehr enge und steile(re) Schlucht fliesst. Vom Schluchtausgang (850 m ü.M.) bis zur Napoleonssperre (725 m ü.M.) liegt der so genannte 2 km lange Gerinneabschnitt Grindji, dessen Neigung von 10% auf 2% kontinuierlich abnimmt. Der anschliessende 1,8 km lange kanalisierte und 10–12 m breite Saltinaabschnitt liegt grösstenteils auf einem Schwemmkegel und weist eine abnehmende Längsneigung von 4% auf ca. 2% auf. Die Saltina mündet schliesslich auf einer Höhe von 670 m in den Rotten ein.

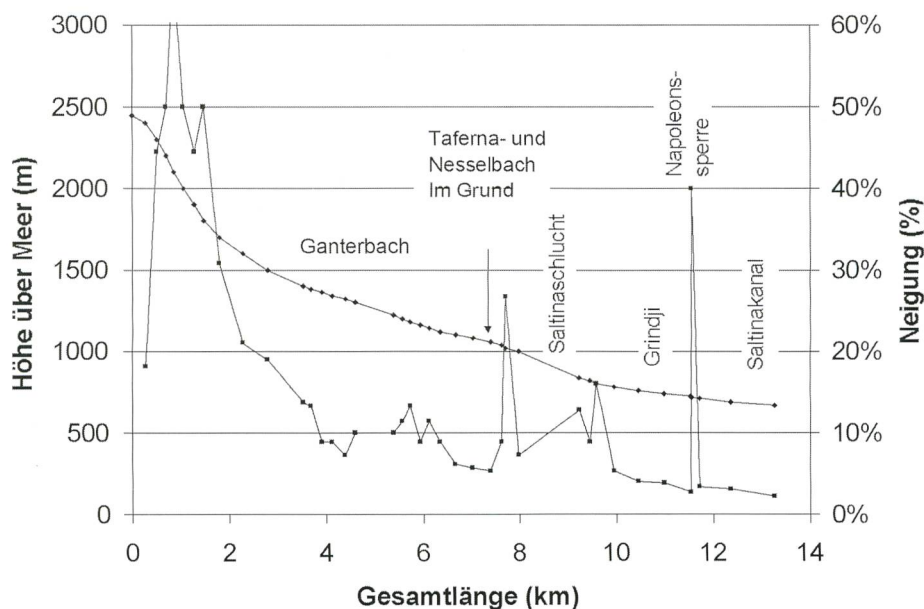
Rund 30% des Einzugsgebiets sind bewaldet, Schutthänge machen rund 10%, Felsgebiete 10% und Weid- und Wiesengebiete rund 50% aus.

Die Quartärgeologie des Gebiets ist geprägt durch grössere Flächen glazialer und

postglazialer Moränen sowie Hang- und Blockschutt unterhalb von Felswänden. Nach [2] kann das Einzugsgebiet in vier Flächen gleicher Retentionseigenschaften, in so genannte Abflusstypen, unterteilt werden. Demnach weist rund die Hälfte des Einzugsgebiets eine (sehr) grosse Bodenretention auf. Es sind Zonen mit Ablagerungen quartären oder rezenten Alters mit grosser bis sehr grosser Mächtigkeit (2–5 m bzw. > 5 m). Der Abflusskoeffizient liegt daher im Vergleich mit anderen Einzugsgebieten eher tief ( $q_{100} \sim 1,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ) und führt zu einem gedämpften Verhalten des Saltinaabflusses, wobei die spezifischen Abflüsse innerhalb der Teileinzugsgebiete um den Faktor 2–3 variieren können.

Eine grobe Schätzung für das Ereignis von Oktober 2000 führt zu spezifischen Abflüssen von 2 bis 3  $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$  für die Taferna, von (1) bis 2  $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$  für den Ganterbach und 1 bis (2)  $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$  für den Nesselbach (Ereignis von 1993: Ganterbach: 1,7  $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ , Taferna: 2–4  $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$  und Nesselbach: 1,1  $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ). Zu grösseren Abflüssen kommt es nach [2] erst, nachdem eine eingehende Befeuchtung des Bodens stattgefunden hat und nach Niederschlägen über 100 mm innerhalb weniger Tage. Während der Nacht vom 13. auf den 14. Oktober





**Bild 2. Längenprofil des Ganterbachs und der Saltina (obere Linie) und Gefälle innerhalb gewählter Gerinneabschnitte (untere Linie).**



**Bild 3. Blick auf das Gebiet Im Grund (1050 m ü.M.) und die Bäche Ganter (1), Taferna (2), Nessel (3) und Saltina (4) (Foto A. B., November 2000).**

2000 stieg der Abfluss von 20 auf 70 m<sup>3</sup>/s an, nachdem im Einzugsgebiet 200 mm Niederschlag innerhalb von einigen Tagen gefallen waren.

Eine grobe Übersicht der Prozesse für die wichtigsten Gerinneabschnitte ist in der Ereignisdokumentation [3] illustriert und beschrieben. Zusammenfassend lieferten die Seitengerinne viel Geschiebe in den Ganterbach, dessen Flanken viele längere, aber schmale Anrisse aufwies. Bedeutende Umlagerungsprozesse fanden im Ganterbach und Nesselbach im flacheren Im Grund (1050 m ü.M.) (Bild 3) und in der Saltina im Unterlauf des Grindji statt.

### 3. Niederschlag

Die ausserordentlichen Niederschläge aus südwestlicher Strömungsrichtung vom Oktober 2000 begannen am 9. Oktober mit mässigen Intensitäten. Ab Mittwoch, dem 11. Oktober traten namhafte Intensitäten auf. Insgesamt hielten die Niederschläge bis am 17. Oktober an. Die Schneefallgrenze lag gerade während des Niederschlagsmaximums, vom 13. bis 14. Oktober, wesentlich über 2500 m ü.M. Das Hochwasser vom Oktober 2000 war durch eine Wetterlage geprägt, durch die während etwa acht Tagen eine ortsfeste Südanströmung gegen die Alpen bestand. Für die Niederschläge bedeutete dies

nach [4] eine ununterbrochene Überregnung der gleichen Region. Im Raume Simplon fielen extreme Mengen mit eingelagerten Spitzenintensitäten. Markant waren gleichzeitig wiederholt entstandene, schauerartige Intensitätsspitzen in unmittelbarer Nähe von Gondo. Die grössten Tagesniederschläge akkumulierten sich dadurch am 13. und 14. Oktober 2000 im Raum Simplon-Südrampe.

Die Wiederkehrperioden der 1-, 2- und 5-tägigen Niederschlagssummen erwiesen sich deutlich höher als im September 1993. Die erwähnten Niederschlagssummen für die Region Binn-Simplon werden einer Wiederkehrdauer von (weit) über 500 Jahren zugeordnet [4].

### 4. Abflussganglinie

Bild 4 illustriert die gemessene Abflussganglinie vom Oktober 2000. (Die Ganglinie vom September 1993 wurde von [2] rekonstruiert; demnach wurde die Abflussspitze zwischen 80 und 100 m<sup>3</sup>/s und die Dauer für einen Abfluss von mindestens 30 bis 40 m<sup>3</sup>/s auf 20 Stunden ermittelt.) Bezeichnend am jüngsten Ereignis ist die Abfolge von zwei 100-jährlichen Abflussspitzen von rund 120 m<sup>3</sup>/s jeweils am Samstag- und Sonntagvormittag, dem 14. bzw. 15. Oktober 2000.

Beide Maxima bilden die Spitze eines praktisch gleichschenkligen Dreiecks mit einer Basisdauer von jeweils 24 Stunden für Abflüsse von mindestens 40 m<sup>3</sup>/s. Es flossen mindestens 40 m<sup>3</sup>/s während 48 Stunden, mindestens 80 m<sup>3</sup>/s während 20 Stunden und mindestens 100 m<sup>3</sup>/s während 8 Stunden. Dies entspricht zwei nacheinander auftretenden HQ<sub>100</sub>, wenn man die hydrologische Untersuchung der Hochwasserkatastrophe in Brig vom 24. September 1993 [2] zugrunde legt. Die Dauer kann demzufolge gar einem 500-jährlichen Ereignis zugeordnet werden.

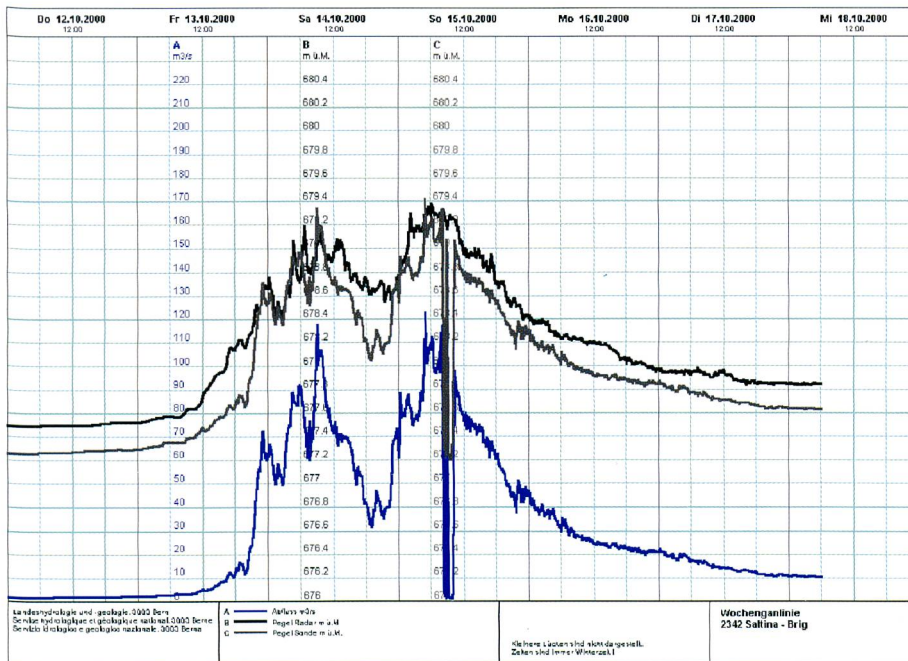
Am späteren Sonntagvormittag, dem 15. Oktober 2000, erreichten der Rotten und die Saltina bei Brig praktisch zeitgleich den höchsten Wasserstand. Zum Spitzenwert in Brig (560 m<sup>3</sup>/s) haben nach [4] das Goms (Station Reckingen), die Massa und die Saltina mit rund 120 m<sup>3</sup>/s ähnlich viel beigetragen. Sowohl bei der Saltina als auch beim Rotten in Brig liegen die Spitzenwerte rund 20–25% über jenen von 1993.

Die Analyse der Hochwasser seit dem 17. Jahrhundert zeigt, dass hohe Saltinaabflüsse praktisch ausschliesslich und gleich verteilt in den Monaten August, September und Oktober auftreten.

### 5. Geschiebetransport und Ablagerungen

1923 wurde die Napoleonssperre (Bilder 2 und 5) nach den Hochwassern von 1920,





**Bild 4. Abflussganglinie der Messstation Saltina, Brig, mit zwei Abflussspitzen am Vormittag des 14. und 15. Oktober 2000.**

1921 und 1922 erstellt. Die Folge davon war ein starker Geschieberückhalt im Grindji und dadurch eine Reduktion der Geschiebezufuhr in den Saltinakanal im Unterlauf. Dies führte dort zu einer erhöhten Erosionsanfälligkeit. Als Gegenmassnahme wurden Sperren zur Fixierung der Sohle erstellt.

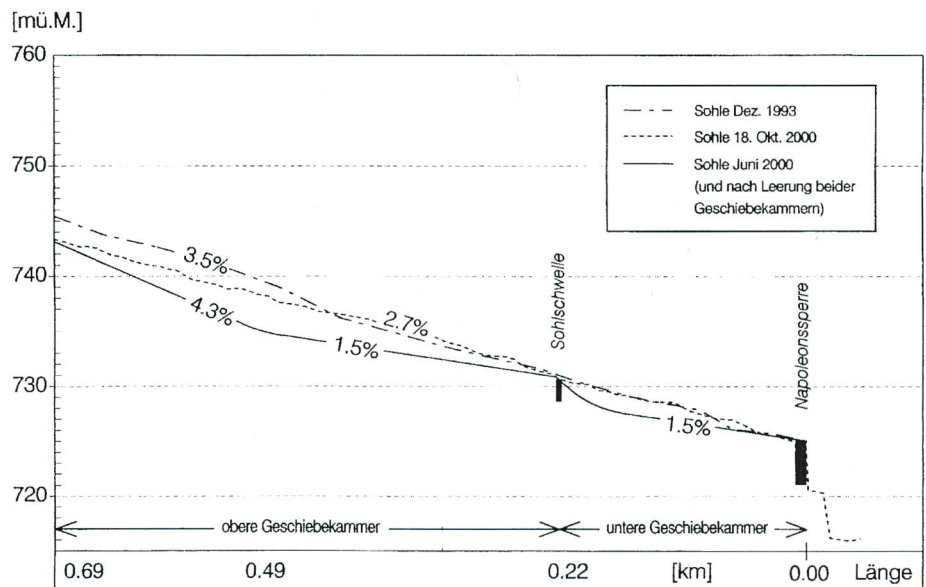
Zwischen den Sperren erhält die alluviale Sohle entsprechend der Geschiebezufuhr ein höheres oder geringeres Zwischengefälle. Aus der Differenz zwischen dem Bruttogefälle, welches dem Verhältnis der Höhendifferenz zwischen den Sperrenkronen und dem Abstand der Sperren entspricht, und diesem Zwischengefälle ergibt sich die Absturzhöhe an den Sperren (siehe auch Bild 5). Geringe Geschiebezufuhr und ein flaches Gefälle führen zu übergrossen Kolken und eventuell zum Kollaps der Sperren. Wird zu viel Geschiebe zugeführt, so kann das Zwischengefälle grösser werden als das Bruttogefälle. Dadurch wird die obere Sperre des entsprechenden Feldes eingekiest und der Bach ufert wegen zu starker Sohlenhebung aus. Es gilt somit, den Geschiebeausstrag aus dem Grindji möglichst genau zu dosieren.

### 5.1 Geschiebeablagerung im Grindji

Nach der Überschwemmung von 1993, die durch eine Überlastung des Saltinakanals durch Geschiebe bei der Saltinabrücke verursacht wurde, wurden im Jahr 1994 100 000 m<sup>3</sup> Geschiebe über einer Länge von 600 m im untersten Grindjiabschnitt weggeführt, um wieder einen wirksamen Rückhalte- raum zu erhalten (Bild 5). Gemäss der fluss-

baulichen Analyse der VAW [5] muss der generellen Auflandungstendenz im unteren Teil des Grindji entgegengewirkt werden. Dies ist von zentraler Bedeutung, weil ohne Unterhaltsmassnahmen langfristig die Transportkapazität im Unterlauf des Grindji jene des Saltinakanals übersteigt.

Es wurden im untersten Abschnitt des Grindji zwei Geschieberückhalte- kamern angeordnet. Am unteren Ende jeder Kammer ist ein Gefälle von 1,5% angelegt worden, damit die erwünschte dosierte weiterverfrachtete Geschiebemenge in den Saltinakanal ermöglicht wird. So kann die Saltina während eines Hochwassers ständig eine Geschiebemenge aufnehmen, welche im Unterlauf zwischen den Sperren ein



**Bild 5. Längenprofil der oberen und unteren Geschiebekammer im Unterlauf des Grindji mit 1,5% geneigter Dosierstrecke (jeweils am unteren Kammerende).**

Zwischengefälle bewirkt, das weder zu übermässiger Auflandung noch zu Erosion führt.

So wird nur das wirklich überschüssige Geschiebe zurückgehalten. Ein konventionelles Geschieberückhaltebecken würde auch noch grosse Mengen an Schwebstoffen zurückhalten. Eine solche Anlage würde auch einen temporären Unterbruch der Geschiebeführung bewirken, womit ein momentan zu flaches Gefälle und Kolkprobleme an den Sperren die Folge wären.

In beiden Geschiebekammern, die vor dem Ereignis 2000 praktisch leer waren, wurden nun 60 000 m<sup>3</sup> Geschiebe abgelagert. Die Bilder 6, 7 und 8 zeigen die Verhältnisse in der oberen Geschiebekammer vor, während und nach dem Ereignis vom Oktober 2000. Es hat sich ein einigermaßen gleichmässiges Verlandungsgefälle von 2,7% über einer Länge von 700 m eingestellt (im Unterlauf des Saltinakanals stellte sich gemäss den Modellversuchen im Ereignis von 1993 [2] ein Verlandungsgefälle von 2,4% ein).

Basierend auf der gemessenen Abflussganglinie vom Oktober 2000 ergibt sich rechnerisch bei einem konstanten Gefälle von 1,5% ein Austrag in den Saltinakanal von 25 000 m<sup>3</sup>. Diese Fracht liegt zwar in der gleichen Grössenordnung wie jene vom September 1993, allerdings war die Transportrate 1993 mit der kürzeren Ereignisdauer und dem steileren Gefälle höher.

Für das Hochwasserschutzkonzept Brig-Glis wurde auch die Wirkung der Geschieberückhalte- kamern für sehr hohe Geschiebeeinträge in den Abschnitt Grindji untersucht [6]. Diese entsprachen ungefähr der maximalen Transportleistung der Saltina am Schluchtausgang oberhalb des Grindji, was eine Sättigung des Transports durch Einträge aus den Seitengerinnen und den Hän-

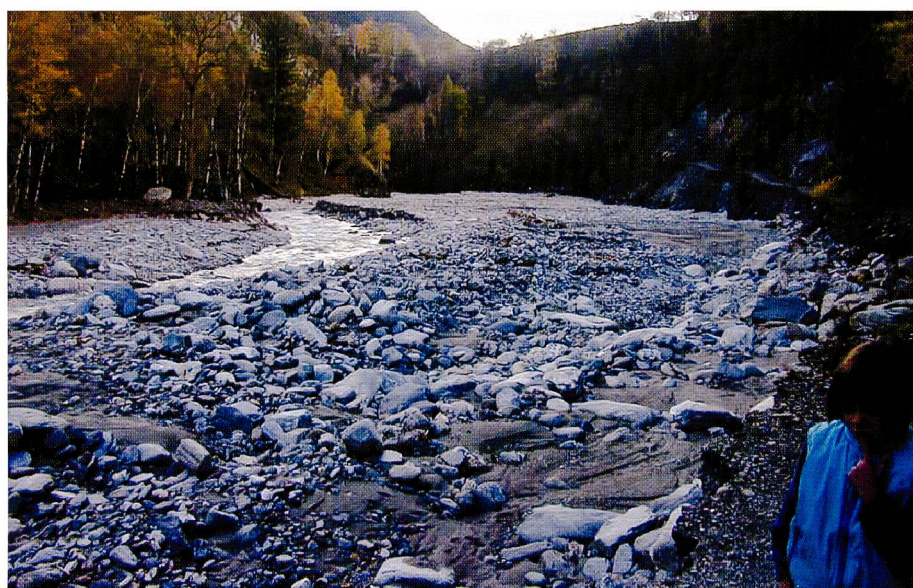




**Bild 6. Leere obere Geschiebekammer im Grindji (Foto in Fliessrichtung, Aufnahme vom 10. Februar 2000; A. B.).**



**Bild 7. Obere Geschiebekammer im Grindji (Foto in Fliessrichtung, Aufnahme vom 14. Oktober 2000; A. B.).**



**Bild 8. Gefüllte obere Geschiebekammer im Grindji (Foto in Fliessrichtung, Aufnahme vom 4. November 2000; A. B.).**

gen voraussetzt. Wie Bild 9 verdeutlicht, war der Eintrag im Oktober 2000 deutlich weniger hoch. Gemäss diesen Berechnungen funktioniert die Dosierung auch für solch hohe Einträge, doch gibt es dann eine stärkere rückwirkende Auflandung und damit Ablagerungen weit oberhalb der beiden Kammern. Somit war die Rückhaltekapazität der Kammern im Oktober 2000 bezüglich der Dauer des Ereignisses erschöpft, jedoch nicht bezüglich der Höhe der Eintragsrate. Für den Fall extrem hoher Zufuhr hätte noch mehr Speichervolumen zur Verfügung gestanden.

Aus dem Gutachten Schälchli & Abegg, Zürich [6] (1998) resultieren Geschiebeausträge in den Saltinakanal von 17 000 und rund 40 000 m<sup>3</sup> für Q = 120 m<sup>3</sup>/s bzw. 150 m<sup>3</sup>/s ausgehend von der Ganglinie aus [2] (Bild 9). Der berechnete Austrag von 25 000 m<sup>3</sup> für das Ereignis 2000 stimmt mit diesen Werten gut überein, da die gemessene Ganglinie vom Spitzenabfluss aus betrachtet einem theoretischen HQ<sub>100</sub> und von der Dauer her einem Extremereignis EHQ entspricht.

Der grosse Vorteil der Dosierstrecke ist der Umstand, dass die Dosierung und somit die Austragsrate praktisch unabhängig vom Eintrag in die Geschiebekammern sind.

Beobachtungen während des Hochwassers vom Oktober 2000 zeigten, dass die Geschiebekammern am Sonntagmorgen gefüllt waren und damit die Dosierwirkung am unteren Ende der Geschiebekammern abzunehmen begann. Die damit zusammenhängende Zunahme des Geschiebeaustrags in den Saltinakanal war auch an der intensiveren Farbe des Wassers erkennbar.

## 5.2 Geschiebe im Saltinakanal

Die kanalisierte Strecke der Saltina weist eine begrenzte und gegen die Mündung in den Rotten hin abnehmende Transportkapazität auf. Die Zunahme des Geschiebeaustrags wegen Abnahme der Wirksamkeit der Dosierung in den Geschiebekammern führte denn auch zu Auflandungen im Saltinakanal im Verlaufe des Sonntags, dem 15. Oktober 2000. Dies konnte besonders auf der gepflasterten Sohle im Bereich der Hubbrücke und auf der Höhe des Spitals im Unterlauf des Saltinakanals beobachtet werden (Bild 10). Solche Ablagerungen führen erst dann zu Schäden, wenn das Absturzbauwerk oberhalb der Hubbrücke deutlich eingekiest ist. Dieser Zustand wurde am 15. Oktober 2000 nicht erreicht.

Das Geschiebe auf dem gepflasterten Kanalabschnitt unterhalb der Hubbrücke wurde am Dienstag kontinuierlich weggeschwemmt, was durch die steile Rampe unmittelbar oberhalb der Hubbrücke wohl gefördert wurde. Die temporären Geschiebeab-



lagerungen im Saltinakanal werden grob auf 2000 bis 3000 m<sup>3</sup> geschätzt (unterhalb der Hubbrücke und zwischen der Überland- und Festungswachtbrücke).

### 5.3 Geschiebe im Rotten

Am linksufrigen Rottenbett, im Deltabereich der Saltina, bildete sich eine Geschiebebank von rund 1500 m<sup>3</sup>, die wohl zum grössten Teil der Saltina zuzuschreiben ist.

## 6. Wasserstand und Überflutung

Der Vergleich des höchsten Wasserstandes im Saltinakanal mit den Werten in Bild 11 zeigt, dass der beobachtete höchste Wasserspiegel am 15. Oktober vormittags sehr gut mit den von der VAW 1994 simulierten Werten für einen Spitzenabfluss von 120 m<sup>3</sup>/s und einem Geschiebeausttrag in den Kanal von rund 17 000 m<sup>3</sup> übereingestimmt hat. Oberhalb der Hubbrücke schien der beobachtete Höchstwasserstand die simulierten Werte nicht ganz erreicht zu haben, was auf die wegen geringerer Eintragsraten auch geringeren Ablagerungen zurückzuführen ist.

Zwischen den verschalteten Brücken Überlandstrasse und Festungswacht (Bild 12) verursachte die Auflandung einen kritischen Anstieg des Wasserspiegels bis auf die Höhe des (noch nicht abgebrochenen) Fussgängerstegs, der den schwallartigen Abfluss zeitweise leicht staute, sodass Wasser rechtsufrig in die Kellergeschosse der Rehabilitationsklinik eindrang. Mit Schalungstafeln und Sandsäcken konnte die leichte und (sehr) lokale Überflutung nach etwa einer halben Stunde eingedämmt werden.

## 7. Ufererosion im Saltinakanal

Im Saltinakanal brachen die Ufermauern an einigen Stellen in unterschiedlichem Ausmass zusammen, an anderen Stellen wurden die Ufermauern unterspült (Bilder 14 und 15). Solche Erscheinungen waren schon teilweise nach dem Ereignis vom September 1993 festgestellt worden, wurden aber noch nicht saniert. Die Einbrüche der Ufermauern erfolgten während der Hochwasserspitzen am Samstag- und Sonntagvormittag. Der erste Einbruch von ca. 20 m<sup>2</sup> konnte am späteren Freitagvormittag, 14. Oktober 2000, unmittelbar oberhalb der Spittelmattenbrücke in einer leichten Linkskurve beobachtet werden (Bild 11 und 13).

Die grössten Löcher entstanden am Sonntagvormittag, 15. Oktober 2000, infolge eines weggeschwemmten Kolksschutzes aus grossen Blöcken bei einer 1,5 m hohen Sperre, rund 250 m oberhalb der Hubbrücke (Bild 11). Die Ufermauer brach nach [7] um 7 Uhr linksufrig und um 10 Uhr rechtsufrig ein.

Es entstanden Löcher im Dammkörper von ca. 200 bzw. 400 m<sup>3</sup> (Bilder 14 und 15). Ein angrenzendes Wohnhaus musste evakuiert werden. Die Ufermauer wurde auch beim Übergang von gepflasterter zu natürlicher Sohle, bei einer leichten Rechtskurve beschädigt. Die Geschiebedosierung ist so angesetzt, dass in der kritischen flachen Strecke bei der Hubbrücke möglichst lange keine Auflandungen entstehen. Deshalb war das Zwischengefälle in den eher steileren Abschnitten oberhalb der Hubbrücke flacher als beim Ereignis von 1993. Darum und auch wegen des höheren Spitzenabflusses war die Kolkbelastung grösser.

## 8. Treibholz

Beobachtungen über Treibholz liegen kaum vor. Der erste Autor hat am Sonntagvormittag kontinuierlich Stämme, die parallel zur Strömung gerichtet waren und mehrheitlich in Bachmitte trieben, beobachtet.

Eine zufällige Auszählung über eine Minute zeigte ein sichtbares Stück Holz pro Sekunde im Saltinakanal. Beobachtungen während des Ereignisses 2000 zeigten jedoch, dass Treibholz nirgends zu kritischen Situation geführt hatte. Es wurde beobachtet, dass mitgerissene Bäume durch die Strömung nach etwa 1 km entastet und teilweise gebrochen wurden.

Ereignis	Wiederkehrdauer	Ganglinie, Dauer mit Abfluss > 40 m <sup>3</sup> /s / > 80 m <sup>3</sup> /s	Neigung der Dosierstrecke (DS) Grindji	Eintrag ins Grindji	Ablagerung im Grindji (gerundet)	Austrag in Saltinakanal	Autor(en)
September 1993 Q <sub>max</sub> = 80 m <sup>3</sup> /s	50–100 J. VAW	15 h / 3 h (VAW)	3% keine DS (L=400)	60 000 m <sup>3</sup>	30 000 m <sup>3</sup>	30 000 m <sup>3</sup> * gemessen	VAW (1994, [2], [5])
24. Sept. 1993 Q <sub>max</sub> = 80 m <sup>3</sup> /s	50–100 J. VAW	15 h / 3 h (VAW)	DS = 1,5%	60 000 m <sup>3</sup>	55 000 m <sup>3</sup>	5000 m <sup>3</sup> berechnet	VAW (1994, 4079/2, [5])
Q <sub>max</sub> = 120 m <sup>3</sup> /s	100 J.	20 h / 7 h (VAW)	DS = 1,5% (L = 400 m)	145 000 m <sup>3</sup> geschätzt	128 000 m <sup>3</sup> berechnet	17 000 m <sup>3</sup> berechnet	Schälchli & Abegg (1998, [6])
Q <sub>max</sub> = 150 m <sup>3</sup> /s	500 J.	40 h / 13 h VAW	DS = 1,5% (L = 400 m)	230 000 m <sup>3</sup> geschätzt	190 000 m <sup>3</sup> berechnet	40 000 m <sup>3</sup> berechnet	Schälchli & Abegg (1998, [6])
Oktober 2000 Q <sub>max</sub> = 125 m <sup>3</sup> /s	>100 J.	48 h / 18 h gemessen	DS = 1,5% (L=400 m)	85 000 m <sup>3</sup> berechnet	60 000 m <sup>3</sup> ** gemessen	25 000 m <sup>3</sup> *** berechnet	M. Jäggi (2001)

\* In Brig abgelagertes Geschiebe (Schwebstoffe und Feingeschiebe machten rund 300 000 m<sup>3</sup> aus).

\*\* Der Wert resultiert aus Querprofilen vor und nach dem Ereignis.

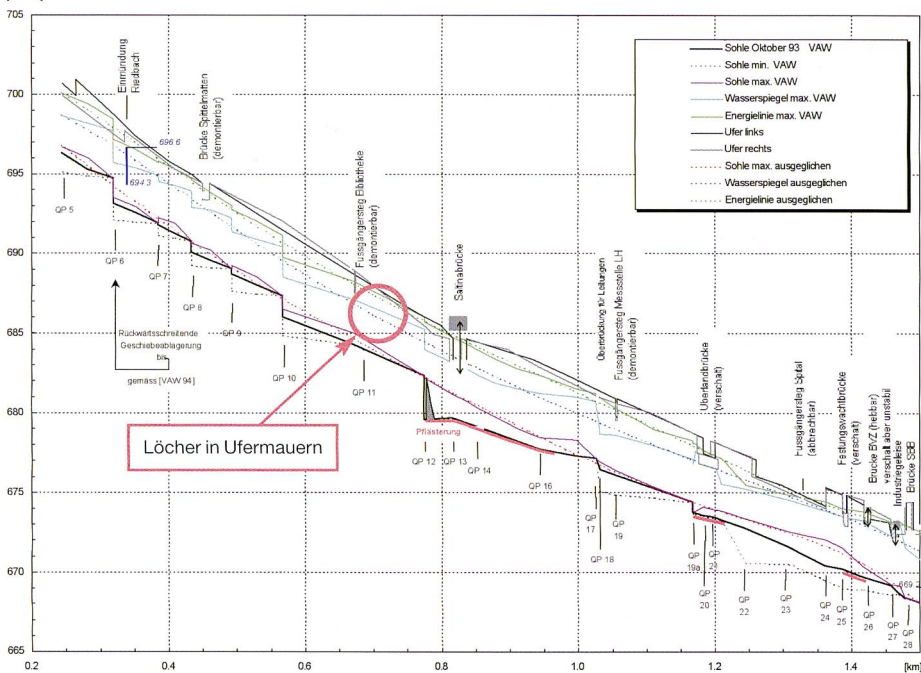
\*\*\* Der Geschiebeein- und -austrag ergibt sich aus einer groben rechnerischen Abschätzung.

**Bild 9. Geschiebeeintrag in den flachen Unterlauf des Grindji (Dosierstrecke), Ablagerung und Austrag in den Saltinakanal für unterschiedliche Ereignisse sowie vor und nach Massnahmen für das Ereignis vom September 1993.**



**Bild 10. Angehobene Hubbrücke über die Saltina. Sonntagvormittag, 15. Oktober 2000 (Foto St. Walther, Brig-Glis).**





**Bild 11. Längenprofil des untersten Saltinakanals (Einmündung Riedbach bis Rotteneinmündung) mit den nach [6] simulierten Abflusshöhen und Geschiebeablagerungen für eine 100-jährliche Abflussspitze und einen Geschiebeeintrag von rund 17'000 m<sup>3</sup> [10].**

## 9. Interventionsmassnahmen während des Ereignisses

### 9.1 Samstag, 14. Oktober 2000

Baumaschinen werden aufgeboden und Wachtposten platziert. Die Hubbrücke Saltina wird frühmorgens angehoben. Um ca. 11 Uhr Mauereinbruch oberhalb Spittelmattenbrücke, und diverse Leitungen werden freigespült. Sofort werden die Löcher mit grossen Blöcken stabilisiert. Spittelmattenbrücke und Fussgängersteg Altersheim werden entfernt und Baumaschinen bei der BVZ-Brücke postiert. Treibholz in der Saltina klein. Die Ufermauern des Saltinakanals sind unter-spült.



**Bild 12. Blick in Fließrichtung in den Unterlauf des Saltinakanals auf der Höhe des Spitals. Die Stelle, wo der Fussgängersteg abgebrochen wurde, ist mit einer unterbrochenen weissen Linie markiert. Der Abfluss staute sich zweitweise und leicht an der verschalteten Festungswachtbrücke (Foto A. B.).**

### 9.2 Sonntag, 15. Oktober 2000

Um ca. 7 Uhr linksufrig, um 10 Uhr rechtsufrig Einbruch gegenüberliegender Ufermauern zwischen Hub- und Spittelmattenbrücke. Die entstandenen Löcher werden mit grösstmöglichen Steinblöcken gefüllt. Angrenzendes Haus wird evakuiert. Fussgängersteg auf der Höhe des Spitals wird abgebrochen. Angehoben werden die SBB-Brücke und die Industriegleisbrücke, die BVZ-Brücke wird entfernt. Wasseraustritt rechtsufrig auf der Höhe des Spitals, das linksufrig liegt, Wassereintritt in die rechtsufrig gelegene Rehabilitationsklinik. Pulsierende schwache Überflutung, die kurz danach mittels Holztafeln gestoppt werden kann.

Die Bevölkerung wurde während des Ereignisses durch das Lokalradio Radio Rottu laufend über die Situation und die Verhaltensmassnahmen informiert.

Alle Brücken wurden im Verlaufe des Samstags oder Sonntags angehoben, abgebrochen oder demontiert (Spittelmatten).

## 10. Schäden und Massnahmen aufgrund des Ereignisses vom Oktober 2000

Aus den Geschiebekammern müssen nun 60'000 m<sup>3</sup> Geschiebe bis Frühling 2001 geräumt werden. Der Aufwand wird auf 1,2 Mio. CHF veranschlagt.

Die Interventionsmassnahmen des Krisenstabs, der Feuerwehr, des Zivilschutzes und weiterer Dienste werden für die Saltina auf rund eine halbe Million CHF geschätzt. Andere Schäden im Einzugsgebiet der Saltina werden auf mehrere Millionen geschätzt (Wasserfassungen, Brücken, Stege, Strassen, durch Rutsche zerstörte Häuser).

Die Sanierung des gesamten 1,8 km langen Saltinakanals (Kolkschutz und Sanierung, Unterfangung und Erweiterung der Ufermauern, Anreicherung der Sohle durch Blöcke) wird auf 8 Mio. CHF veranschlagt.

## 11. Massnahmen zwischen Oktober 1993 und September 2000

### 11.1 Im Grindj

Durch die Entnahme von 100'000 m<sup>3</sup> Geschiebe wurden 1994 zwei Geschiebekammern mit einer jeweiligen 1,5% geneigten Doserstrecke geschaffen. Vor dem Ereignis vom Oktober 2000 enthielten die Geschiebekammern 3'000–4'000 m<sup>3</sup> Geschiebe aus kleineren Ereignissen.

### 11.2 Im Saltinakanal

Die Ufermauern im untersten Abschnitt wurden unterfangen und auf einen 100- bis 300-jährlichen Abfluss mit einem Geschiebeaus-



trag von 33 000 bis 37 000 m<sup>3</sup> angepasst [8]. Bei den Schwellen wurden die Kolkstellen mit grossen Blöcken ergänzt und die Bachsohle wurde angereichert.

Alle Brücken und Fussgängerstege über den Saltinakanal können seit 1993 angehoben, entfernt oder demontiert werden. Die 1997 gebaute neue Saltinabrücke kann um 2,8 m in 2,5 Minuten angehoben werden, nachdem Wassertanks in 3,5 Minuten gefüllt worden sind [9]. Zwei Brücken sind verschalt worden (Überlandstrasse und Festungswacht). Einzig der Fussgängersteg auf der Höhe des Spitals muss abgebrochen werden (was während des Ereignisses 2000 denn auch geschah).

Ein Hochwasserschutzkonzept wurde 1998 an die ARGE SBWZ [10] in Auftrag gegeben.

Die Kosten der Massnahmen zwischen 1993 und 2000 betragen rund 5 Mio. CHF.

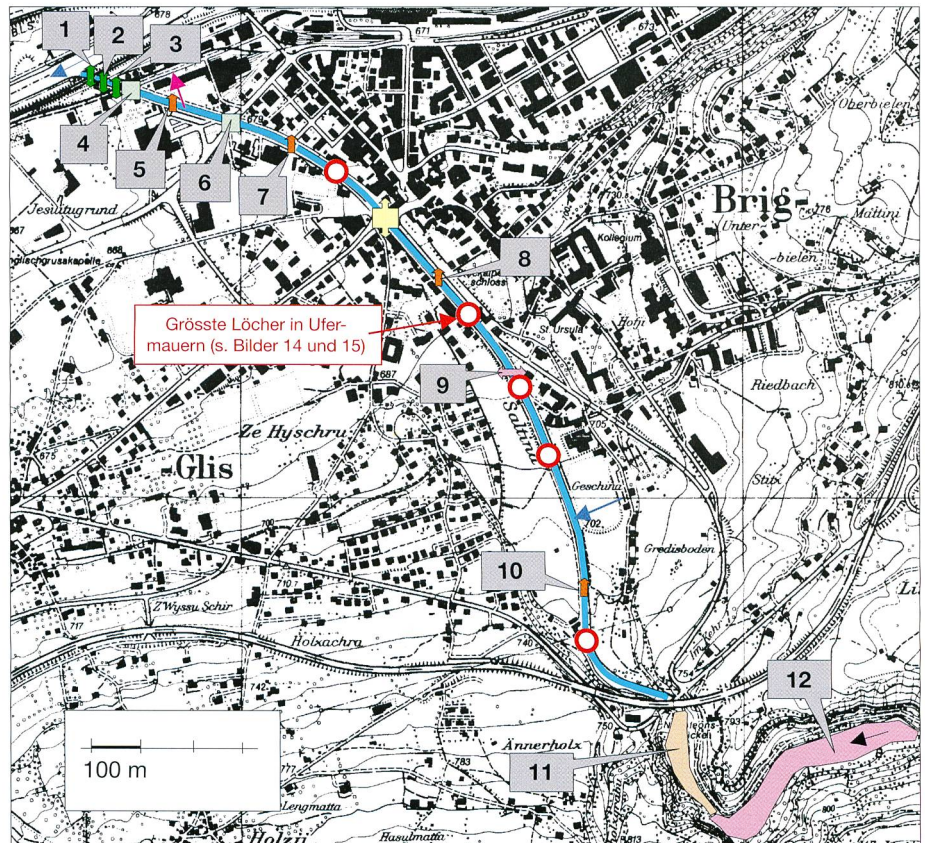
## 12. Folgerungen und Ausblick

Beim Ereignis vom 14./15. Oktober 2000 haben sich die seit 1994 realisierten Massnahmen im Unterlauf des Grindji und am Saltinakanal weitgehend bewährt. Ohne diese Massnahmen wäre eine Überflutung von Brig und Glis vermutlich noch verheerender ausgefallen als damals, als die Saltinabrücke am 24. September 1993 vollständig eingeschottert wurde und der Abfluss sich während 16 Stunden in Brig und Glis ergoss. Diese Katastrophe kostete zwei Menschen das Leben. Der Schaden wird auf eine halbe Milliarde CHF beziffert. Der Vergleich beider Hochwasser zeigt nun, dass sowohl die Dauer als auch die Hochwasserspitze(n) des Ereignisses vom Oktober 2000 jenes vom September 1993 deutlich übertraf.

Der Hochwasserschutz beruht auf baulichen Massnahmen wie den Geschieberückhalteräumen im Grindji, der Hubbrücke, den verschalteten Brücken (Überlandstrasse und Festungswacht) und erhöhten Ufermauern. Daneben sind zur Bewältigung eines solch extremen Hochwasserereignisses temporäre Massnahmen notwendig, wie das Entfernen verschiedener leichter Brücken und Stege.

Das System wurde im Oktober 2000 bis an die Grenzen belastet, und es waren an den Ufermauern Schäden zu verzeichnen. Bei den verschalteten Brücken geriet der Abfluss, wie für extreme Ereignisse geplant, zeitweise unter Druck. Die Rückhaltekapazität im Grindji war gegen Ende des Ereignisses erschöpft. Insgesamt hat das System aber so wie geplant funktioniert.

Im Zuge einer weiteren Verbesserung werden die Schwellen und Ufermauern im



- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | 1, 2, 3: Hebbare SBB-, Industriegleis- und BVZ-Brücken               |  | 11: Untere Geschiebekammer                      |
|  | 4, 6: Verschaltete Festungswacht- und Überlandstrassenbrücke         |  | 12: Obere Geschiebekammer                       |
|  | 5, 7, 8: Abnehmbare Fussgängerstege, 10: abbrechbarer Fussgängersteg |  | Leichte, lokale Überflutung am 15. Oktober 2000 |
|  | Saltina-Hubbrücke  |  | Grössere Löcher in den Ufermauern               |
|  | 9: Demontierbare Spittelmattenbrücke                                 |  |   |

**Bild 13. Überbrückungen über den Saltinakanal und Lage der grössten Löcher in den Ufermauern.**

Saltinakanal kolksicher gemacht und Uferlücken (auf der Höhe des Spitals und der Rehabilitationsklinik) geschlossen. Für die künftige Hochwassersicherheit ist entscheidend, dass die Geschiebekammern im Unterlauf des Grindji immer geräumt sind, um einer

Überlastung des Saltinakanals entgegenzuwirken. Ausserdem hängt die Hochwassersicherheit weiterhin von den Interventionsmassnahmen während des Hochwassers ab (rechtzeitiges Anheben und Demontieren aller Brücken und Stege).



**Bild 14. Einbruch der Ufermauer bei einer Sperre am 15. Oktober 2000 (Foto A. B.).**





**Bild 15. Einbrüche der Ufermauer bei einer Sperre am 15. Oktober 2000 (Foto A. B.).**

Dieses «Dreierpaket» von Massnahmen zwingt die Verantwortlichen, sich mit der «springenden» Saltina auch zukünftig dauernd auseinander zu setzen.

Zur Diskussion stehen gemäss Hochwasserschutzkonzept [10] ausserdem eine dritte Geschiebekammer, ein Treibholzrechen im Grindji und ein verbessertes Warnsystem.

Die Restgefahr einer Überflutung kann nach allen erwähnten temporären und baulichen Massnahmen als extrem klein eingestuft werden.

Dies bedingt aber, dass das Bewusstsein der Gefahr erhalten bleibt, dass die Einsatzpläne ständig aktualisiert werden und auch die Notfallmassnahmen regelmässig eingeübt werden.

Schriftliche Fassung des Referates anlässlich der Fachtagung Hochwasserschutz der KOHS/SWW in Visp vom 15./16. Mai 2003.

#### Literatur

- [1] Anonymus: im «Briger Anzeiger», Ausgabe am 27. September 1899.
- [2] Die Grösse extremer Hochwasser der Saltina, Bericht VAW ETH, Zürich, Bericht Nr. 4080, 1994, 52 S.
- [3] Ereignisdokumentation Hochwasser vom 15. Okt. 2000, Gemeinden Brig-Glis, Ried-Brig, Termen, Schadenbeschrieb und Wiederherstellungskosten, zusammengestellt durch das Ingenieurbüro A. Burkard, Brig, in Zusammenarbeit mit den Ingenieurbüros BSAP und O. Schmid, Brig-Glis, dem Kreisforstamt 2 und dem Büro für Nationalstrassen. Zusammenstellung vom 28. Okt. 2000.

[4] Charakteristik des Hochwassers vom 9. bis 16. Oktober 2000 auf der Alpensüdseite und im Wallis. D. Grebner, H. Aschwanden, U. Steinegger, M. Zimmermann, wasser, energie luft – eau énergie air, 92. Jahrgang, 2000, Heft 11/12, S. 369–377.

[5] Saltina, Brig-Glis, Bericht über die Untersuchungen des Geschiebehaltens der Saltina und Vorschläge für die definitiven Hochwasserschutzmassnahmen, WAV-ETH Zürich, Bericht Nr. 4079/2, Juni 1994, 57 S.

[6] Geschiebemanagement im Grindji. Bericht Zusammenstellung der Resultate aus verschiedenen Szenarien mit dem Simulationsmodell MORMO, Schälchli & Abegg, Zürich, November 1998.

[7] Mündliche Mitteilung von Martin Bodenmann am 16. Oktober 2000, Brig-Glis.

[8] Übersichtsplan ausgeführtes Projekt 1:1000, Abschnitt Napoleonsbrücke-Rhone, Plan 4220-100 und Längensprofile 4220-40a, 41a, 42a und 43a, 1998, Schneller Ritz und Partner AG, Brig-Glis.

[9] Projekt Saltina-Hubbrücke in Brig-Glis: O. Meyer, C. Pfammatter, E. Eyer, M. Werlen, 3900 Brig-Glis. Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 50, 11. Dezember 1997, S. 4–8.

[10] Hochwasserschutzkonzept Brig-Glis. ARGE SBWZ (Büros O. Schmid, A. Burkard, Glenz & Walther, K. Zurbruggen, Brig-Glis), Bericht vom April 2000 (unveröffentlicht).

#### Anschrift der Verfasser

André Burkard, Wasser Schnee Lawinen, Sebastiansplatz 1, CH-3900 Brig-Glis.  
Dr. Martin Jäggi, Flussbau und Flussmorphologie, Zürichstrasse 108, CH-8123 Ebmatingen.

## Hochwasserschutz im Wallis Sanierung der Gamsa im Unterlauf

■ Martin Bodenmann, Tobias Meile

### 1. Ausgangslage

Im Verlauf der Jahrzehnte hat die Gamsa immer wieder die Siedlungen von Gamsen durch Hochwasser bedroht. Insbesondere die Industrieanlagen entlang des Gerinnes und das Baugebiet beim Schluchtausgang verlangen eine bessere Sicherung gegen Hochwasserschäden.

Bereits seit über 700 Jahren schützen die Gamsner ihre Siedlung mit einer Wehrmauer. So hat die Gamsa bei Hochwasserereignissen jeweils auf dem westlichen Teil des Schuttkegels das mitgeführte Material abgelagert. In den letzten 100 Jahren hat sich die

Situation durch den Bau der Eisenbahnlinien (SBB, BVZ) entlang des Rottens und der Industrieanlagen entlang der Gamsa stark verändert. Das Gefahrenpotenzial wurde insbesondere durch die Industrieanlagen der Société Suisse des Explosifs im letzten Schluchtabschnitt stark erhöht und zudem der Ablagerungsbereich durch den Bau der Industrieanlagen im Osten und die Lonzadeponie und die Kehrlichtverbrennungsanlage im Westen des Flusslaufes merklich verkleinert. Andererseits wird heute das angeschwemmte Kiesmaterial entnommen und genutzt.

### 2. Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Gamsa umfasst rund 38 km<sup>2</sup> und verläuft zwischen dem Vispertal und dem Simplon von Süd nach Nord. Im oberen Teil des Einzugsgebietes finden sich Gletscher und Geröllhalden im Gneis. Der mittlere, flache Teil im Nanztal besteht aus Alpweiden, die von Visperterminen her genutzt werden. Der unterste Abschnitt wird durch eine 30 bis 40% steile, enge Schlucht gebildet, die sich auf dem Schwemmkegel wieder öffnet. Der Abschnitt vor dem Kegel weist ein Gefälle von 16% auf. Die Kegelsohle selber ist 10,5% steil. Das Einzugsgebiet der Gamsa reagiert als